


# LENS ARRAY SUBSTRATE, IMAGE REDUCTION AND REFLECTIVE TYPE IMAGE DISPLAY DEVICE

**Patent number:** JP2000155201  
**Publication date:** 2000-06-06  
**Inventor:** SHIMIZU ATSUSHI; ITO YOSHINORI  
**Applicant:** OMRON CORP  
**Classification:**  
**- International:** G02B3/00; B29C39/10; G02B1/10; G03B21/00  
**- european:**  
**Application number:** JP19980329882 19981119  
**Priority number(s):**

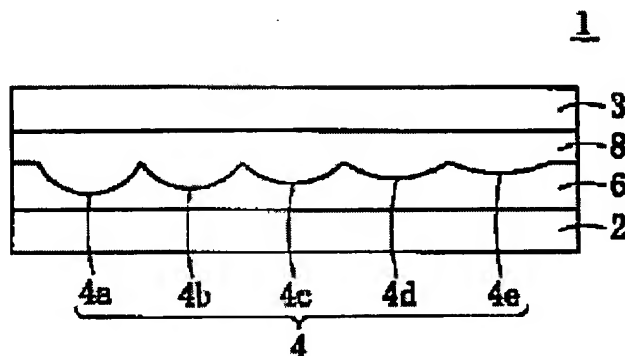
Also published as:

 JP2000155201 (A)

## Abstract of JP2000155201

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To freely design the focal plane of microlens array by forming lenses of the microlens array with different focal distances from one another.

**SOLUTION:** A UV-setting resin is applied on a base glass substrate 2, onto which a stamper is pressed to form a microlens array 4. Then the UV-setting resin is hardened by irradiation of UV rays to form a lens resin layer 6. Then a UV-setting resin having different refractive index from that of the first resin is applied on the lens resin layer 6 and pressed with a cover glass substrate 3. Then the resin is hardened by irradiation of UV rays to form a lens resin layer 8. The surface of the stamper has a lens pattern with different curvatures of lenses, and by transferring the reversal pattern to the microlens array 4, the curvature of lens is changed for each lens from one another and the focal distance can be adjusted to a desired plane.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PUBLICATION NUMBER : 2000155201  
PUBLICATION DATE : 06-06-00

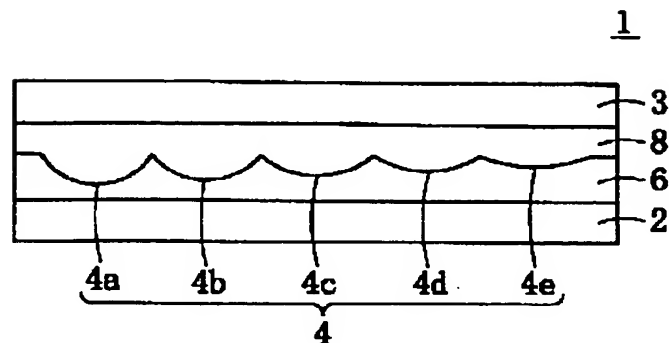
APPLICATION DATE : 19-11-98  
APPLICATION NUMBER : 10329882

APPLICANT : OMRON CORP;

INVENTOR : ITO YOSHINORI;

INT.CL. : G02B 3/00 B29C 39/10 G02B 1/10  
G03B 21/00 // B29K105:24 B29L 11:00

TITLE : LENS ARRAY SUBSTRATE, ITS  
PRODUCTION AND REFLECTION  
TYPE IMAGE DISPLAY DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To freely design the focal plane of microlens array by forming lenses of the microlens array with different focal distances from one another.

SOLUTION: A UV-setting resin is applied on a base glass substrate 2, onto which a stamper is pressed to form a microlens array 4. Then the UV-setting resin is hardened by irradiation of UV rays to form a lens resin layer 6. Then a UV-setting resin having different refractive index from that of the first resin is applied on the lens resin layer 6 and pressed with a cover glass substrate 3. Then the resin is hardened by irradiation of UV rays to form a lens resin layer 8. The surface of the stamper has a lens pattern with different curvatures of lenses, and by transferring the reversal pattern to the microlens array 4, the curvature of lens is changed for each lens from one another and the focal distance can be adjusted to a desired plane.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155201

(P2000-155201A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

G 0 2 B 3/00

G 0 2 B 3/00

A 2 K 0 0 9

B 2 9 C 39/10

B 2 9 C 39/10

4 F 2 0 4

G 0 2 B 1/10

G 0 3 B 21/00

D

G 0 3 B 21/00

G 0 2 B 1/10

// B 2 9 K 105:24

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-329882

(22) 出願日

平成10年11月19日(1998.11.19)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 清水 敦

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 伊藤 嘉則

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

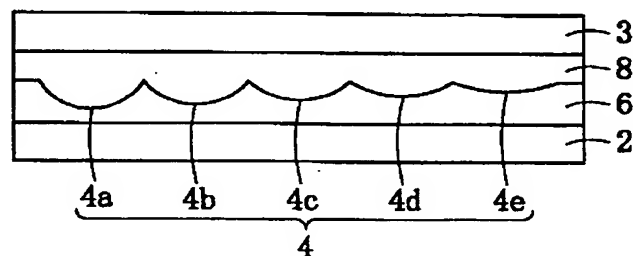
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズアレイ基板、その製造方法及び反射型画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 マイクロレンズアレイの各レンズの焦点距離をそれぞれ異ならせることにより、マイクロレンズアレイの焦点面を自由に設計できるようにする。

【解決手段】 ベースガラス基板2の上に紫外線硬化型樹脂を供給し、スタンプで型押ししてマイクロレンズアレイ4を形成し、紫外線照射により紫外線硬化型樹脂を硬化させてレンズ樹脂層6を形成する。レンズ樹脂層6の上に屈折率の異なる紫外線硬化型樹脂を供給し、カバーガラス基板3で押圧させ、紫外線照射により紫外線硬化型樹脂を硬化させてレンズ樹脂層8を形成する。上記スタンプ表面には個々のレンズの曲率を個別に変化させたレンズパターンが形成されており、その反転パターンをマイクロレンズアレイ4に転写させることで個々のレンズの曲率を変化させ焦点距離を任意の面に合わせる。



1

3  
8  
6  
2

4a 4b 4c 4d 4e  
4

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のレンズを配列したレンズアレイ基板において、

前記各レンズの焦点位置は、基板面と平行でない平面もしくは曲面の上にあることを特徴とするレンズアレイ基板。

【請求項2】 複数のレンズを配列したレンズアレイ基板において、

前記各レンズのうち少なくとも一部のレンズの曲率が他のレンズの曲率と異なっていることを特徴とするレンズアレイ基板。

【請求項3】 前記レンズは、その入光面に反射防止膜を備えていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のレンズアレイ基板。

【請求項4】 複数のレンズ反転パターンを備え、少なくとも一部のレンズ反転パターンの曲率が他のレンズ反転パターンの曲率と異なっている成型と基板との間に未硬化のエネルギー硬化型樹脂を挟み込んで型押しし、当該樹脂をエネルギー硬化反応させることによって当該樹脂を硬化させることを特徴とするレンズアレイ基板の製造方法。

【請求項5】 入射光を各画素毎に選択的に反射する反射型表示素子と、前記各画素に対応する複数のレンズを配列した請求項1、2又は3に記載のレンズアレイ基板とを備えた反射型画像表示装置。

【請求項6】 前記反射型表示素子と前記レンズアレイ基板とが平行でないことを特徴とする、請求項5に記載の反射型画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレンズアレイ基板、その製造方法及び反射型画像表示装置に関する。特に、異なる焦点距離のレンズを配列したマイクロレンズアレイ基板と、その製造方法及び当該マイクロレンズ基板を用いた反射型画像表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の反射型画像表示装置にあっては、光を画素ごとに集光するためのレンズとして、複数の微細なレンズの配列からなるマイクロレンズアレイが用いられている。このマイクロレンズアレイはマイクロレンズアレイ基板内に形成されている。図16にもとづいて、従来のマイクロレンズアレイ基板40の構造を説明する。マイクロレンズアレイ基板40はガラス薄板からなるレンズ基板41にエッチングされた凹部内に高屈折率樹脂43を充填することで構成されている。このレンズ基板41と高屈折率樹脂43との界面に複数のレンズパターン42aによりマイクロレンズアレイ42が形成されている。個々のレンズパターン42aのレンズ径及び曲率は全て同一である。

【0003】（従来のマイクロレンズアレイ基板の製造

方法）上記のマイクロレンズアレイ基板40の従来の製造方法を図17にもとづいて説明する。まず、図17

(a)に示すような所定の厚みのレンズ基板41を準備し、図17(b)のように、レンズパターン42aと同じピッチで開口44をあけられたマスク45をレンズ基板41の表面に形成する。ついで、図17(c)に示すように、マスク45の開口44を通してレンズ基板41の表面に等方性エッチング処理を行なうことにより、レンズパターン42aを凹状に形成する。そして、マスク45を除去した後、上記レンズパターン42aの凹部にそれぞれ、図17(d)のように高屈折率樹脂43を充填し、レンズ基板41と高屈折率樹脂43との界面におけるレンズパターン42aにてマイクロレンズアレイ42を形成する。

【0004】上記の方法で得られるマイクロレンズアレイ基板40は各レンズの焦点距離が、すべて等しいものである。その理由は、レンズ基板41全面にわたって一様な等方性エッチング処理がなされるため、得られる各レンズの曲率はすべて同一になるからである。

【0005】そこで、本発明の発明者らは、各レンズの曲率を任意に変えることを目的に、図18(a)～図19(f)のようにレンズ1つずつについて、若しくは一列ずつについて別々にエッチング処理し、その時間を順次増加させながらそれぞれのレンズパターン46a、46b、…を形成する方法を試みた。この方法では、図18(a)のレンズ基板41の表面に1つの開口44を有するマスク45を形成し〔図18(b)〕、この開口44を通してレンズ基板41をエッチングすることによってレンズパターン46aを形成する〔図18(c)〕。ついで、最初のマスク45を除去した後、レンズ基板41の表面にレンズパターン46aと隣接する位置に開口44をあけたマスク45を形成し〔図18(d)〕、この開口44を通してレンズ基板41をエッチングすることにより、レンズパターン46aと隣接する位置に深さの異なるレンズパターン46bを形成する〔図18(e)〕。このような工程を繰り返すことにより、深さの異なる多数のレンズパターン46a、46b、…をレンズ基板41の表面に形成した後、レンズパターン46a、46b、…内に高屈折率樹脂43を充填して図18(f)に示すようにマイクロレンズアレイ基板40を得る。

【0006】しかしながら、このようにエッチング時間を各レンズ毎に個別に調整する方法においても、各レンズの曲率を各レンズパターン46a、46b、…毎に任意に変えることができず、全てのレンズの曲率は、ほぼ一定であった。しかも、この方法では、図19(f)のように、エッチング時間の増加に伴い各レンズ径が順次拡大することを回避できなかった。画像表示装置でマイクロレンズアレイを使用する場合、各レンズの中心を各画素の中心に一致させるためには各レンズの径を等しく

しなければならず、また均一な解像度を得るためにも各レンズの径を等しくしなければならぬため、このような各レンズ毎に異なるレンズ径を有するマイクロレンズアレイ46は使用できないことが分かった。

【0007】一方、従来の反射型画像表示装置として、図20に示す構成の装置がある。この反射型画像表示装置50においては、白色光源51から照射された白色光W及び球面鏡52で反射された白色光Wは集光レンズ53にて集光され、集光レンズ53の焦点付近を通過するように配置された赤、青、緑のフィルタを有する円板状のカラーフィルタ板54を回転させることによって赤(R)、緑(G)、青(B)の光束に時分割的に分光された後、レンズ55によって平行光に変換され、デジタルミラーデバイス(以下DMDと略記する)56に向かって照射される。DMD56は各画素に対応して微細なマイクロミラーを配列したものであって、DMD56に入射した赤、緑、青のそれぞれの光束は、カラーフィルタ板54の回転と同期して動作させるDMD56のマイクロミラーによって、画像表示に必要な光束はプロジェクションレンズ57に、画像表示に必要でない光束は光アブソーバ59に向けて反射される。その後、画像表示に必要な光束は、プロジェクションレンズ57によってスクリーン58に向けて投影され拡大された画像となる。一方、画像表示に必要でない光束は光アブソーバ59によって散乱することなく吸収される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のマイクロレンズアレイ基板では、マイクロレンズアレイを構成する各レンズの焦点距離は全て同一であり、各レンズ毎に個別に変えることができないため、各レンズの焦点位置はマイクロレンズアレイと平行になり、DMDと平行な平面上に形成することができなかった。

【0009】また、従来の反射型画像表示装置のように、マトリクス状に配列されたDMDのマイクロミラーによる平行光の反射方向を制御する方式では、平行光は隣り合うマイクロミラーの隙間にも進入し、平行光をDMDで100%反射させることができないため、光の利用効率が悪く、画像が暗くなる原因となっていた。さらに、マイクロミラーの隙間に進入した平行光の一部が、前記隙間内で乱反射した後、プロジェクションレンズの方向に迷光することにより、スクリーン上の投影画像を汚す問題もあった。

【0010】本発明は上述の技術的問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、レンズ毎に焦点距離の異なるレンズアレイを容易に製造でき、また、前記レンズアレイによって、表示が明るく鮮明な反射型画像表示装置を安価に提供することにある。

【0011】

【発明の開示】請求項1に記載のレンズアレイ基板は、複数のレンズを配列したレンズアレイ基板において、前

記各レンズの焦点位置が、基板面と平行でない平面もしくは曲面の上にあるものである。

【0012】従来のレンズアレイ基板では、各レンズの焦点を含む面が基板面と平行な面内にあるものに限定されていたが、本発明のレンズ基板では、各レンズの焦点を含む面を自由に設計することができ、結像面などを任意に設計できるようになった。

【0013】請求項2に記載のレンズアレイ基板は、複数のレンズを配列したレンズアレイ基板において、前記各レンズのうち少なくとも一部のレンズの曲率が他のレンズの曲率と異なったものである。

【0014】従来のレンズアレイ基板は、すべてのレンズの曲率が同一であったが、本発明のレンズアレイ基板では、レンズ毎に焦点距離を変えることができる。よって、このレンズアレイ基板でも、各レンズの焦点を含む面を自由に設計することができ、結像面などを任意に設計できるようになった。

【0015】なお、請求項1又は2のレンズアレイ基板は、屈折率の異なる2種の透明樹脂間の界面により形成されたレンズでもよく、樹脂の表面(樹脂と空気との界面)によって形成されたレンズでもよい。

【0016】請求項3に記載の実施態様は、請求項1又は2に記載のレンズアレイ基板において、前記レンズは、その入光面に反射防止膜を備えているものである。

【0017】請求項3に記載の実施態様によれば、反射防止膜によりレンズアレイ基板に入射する光の反射を防止することができ、光の利用効率を向上させることができる。

【0018】請求項4に記載のレンズアレイ基板の製造方法は、複数のレンズ反転パターンを備え、少なくとも一部のレンズ反転パターンの曲率が他のレンズ反転パターンの曲率と異なっている成型型と基板との間に未硬化のエネルギー硬化型樹脂を挟み込んで型押しし、当該樹脂をエネルギー硬化反応させることによって当該樹脂を硬化させることを特徴としている。ここで、エネルギー硬化型樹脂とは、可視光線硬化型樹脂、赤外線硬化型樹脂、電子線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂、湿気硬化型樹脂等である。

【0019】請求項4に記載のレンズアレイ基板の製造方法によれば、成型型に曲率の異なるレンズ反転パターンを形成しておくことにより、成型型による型押しで曲率の異なるレンズを備えたレンズアレイ基板を容易に量産することができる。

【0020】請求項5に記載の反射型画像表示装置は、入射光を各画素毎に選択的に反射する反射型表示素子と、前記各画素に対応する複数のレンズを配列した請求項1、2又は3に記載のレンズアレイ基板とを備えたものである。

【0021】請求項5に記載の反射型画像表示装置によれば、前記レンズアレイ基板と前記反射型表示素子を用

いることにより、平行光をレンズアレイ基板によって集光させ反射型表示素子の各画素に集光させることができる。よって、各画素外へ入射する光を減少させ、あるいは無くすることができ、光の利用効率を向上させて明るい表示画像を得ることができる。また、画素外へ入射した光の反射による迷光もなくなるので、画像のにじみ等も小さくできる。

【0022】さらに、反射型の画像表示装置では、マイクロレンズアレイと反射型表示素子とが平行でないため、反射型表示素子で反射する際に各画素位置毎に、各光線の集光位置からスクリーンまでの光路長が異なり、画像全体をスクリーンに結像させられなく。しかし、本発明の画像表示装置では、各画素に対応するレンズ毎に焦点距離を異ならせることができるので、各画素に入射する光の集光位置とスクリーンまでの光路長を均一にでき、明瞭な画像を得ることが可能になる。

【0023】請求項6に記載の実施態様は、請求項5に記載の画像表示装置において、前記反射型表示素子と前記レンズアレイ基板とが平行でないことを特徴とするものである。

【0024】本発明の画像表示装置では、レンズアレイ基板を透過した光を任意の面上に集光させることができるので、上記のようにレンズアレイ基板と反射型表示素子とを非平行に配置しても反射型画像表示装置において鮮明な画像を得ることができるようになり、レンズアレイ基板に妨げられることなくスクリーン等に画像を投影させることができるようになる。

【0025】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は本発明によるマイクロレンズアレイ基板1の構造を示しており、その構造は以下の通りである。このマイクロレンズアレイ基板1はベースガラス基板2、カバーガラス基板3の間に屈折率の異なる2層の透明な樹脂層6、8を挟み込んだものであり、樹脂層6、8の界面は異なる曲率を有するレンズパターン4a、4b、…の配列にて形成されており、前記レンズパターン4a、4b、…によってマイクロレンズアレイ4が形成されている。前記レンズパターン4a、4b、…の個々のレンズの曲率を変えることによって、各レンズの焦点距離を個別に変えて、予め設定された平面上若しくは曲面上に焦点を描くことが可能である。また、樹脂層6及び樹脂層8の外側にベースガラス基板2及びカバーガラス基板3を配している構造から前記ベースガラス基板2及びカバーガラス基板3によって樹脂層6及び樹脂層8は保護されている。

【0026】（本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法）次に、本発明のマイクロレンズアレイ基板1の製造方法の詳細を以下に説明する。これは、ガラス基板にレーザー加工を施すことで原盤を作製し、前記原盤からニッケル電鍍法によってニッケルマスタ及びスタンプ

を順次作製し、前記スタンプによって未硬化の樹脂を押圧し硬化させることでマイクロレンズアレイ基板1を形成していく方法である。

【0027】まず、マイクロレンズアレイ4の原盤の複製となる、スタンプの製造方法を図2を参照しながら説明する。まず、図2(a)に示すような平板状のガラス板10を用意し、図3に示すようにガラス板10の表面に、結像レンズ11で集光させたレーザー光を照射し、レーザー加工（レーザーリトグラフィ）により2点鎖線で示す形状にガラス板10を蒸発除去し、ガラス板10の表面に所望の凹凸パターン12a、12b、…を形成する〔図2(b)〕。ここで、上記凹凸パターン12a、12b、…とは、任意の平面又は曲面上に各レンズの焦点位置を合せるため、各レンズ面の曲率を個別に変えたマイクロレンズアレイ4のレンズ面の形状と同一である。前記レーザー加工は、コンピュータにより制御されているレーザー加工装置を用いて行ない、精密かつ複雑な形状であってもその形状データを入力しておけば、容易に加工することができる。

【0028】このように、ガラス板10の表面に凹凸パターン12a、12b、…を形成してガラス板10からなる原盤13を作製した後、原盤13の上にニッケルを堆積させ、ニッケル電鍍法により原盤13の反転型であるニッケルマスタ14を作製し〔図2(c)〕、ニッケルマスタ14を原盤13から剥離する〔図2(d)〕。ニッケル電鍍法によりニッケルマスタ14を作製する際には、その準備として原盤13を例えば蒸着法あるいは無電解メッキ法で導電化しておき、導電化された原盤13の表面を陰極とし、例えばスルファミン酸ニッケル浴で電気メッキしてニッケルマスタ14を作製する。

【0029】このニッケルマスタ14をさらにニッケル電鍍法で複製したものをスタンプ15（原盤13の複製）とする。ニッケルマスタ14を複製する場合には、ニッケルマスタ14の表面に例えば重クロム酸カリ溶液で酸化膜を作った後、再びニッケル電鍍法により再度凹凸パターンが反転したスタンプ15を作製する〔図2(e)〕。こうして、スタンプ15には、前記凹凸パターン12a、12b、…と同一の反転パターン17a、17b、…が形成される。

【0030】また、スタンプ15を作製する別な方法としては、図4(a)～(e)に示すように、ガラス板10の表面に塗布されたレジスト16をレーザー加工することによって原盤13を作製してもよい。レジスト16を使用する場合には、ガラス板10とレジスト16の密着剤として、例えばシランカップリング剤をガラス板10の表面に塗布しておき、レーザー加工した後、露光、現像及び洗浄の工程を経て、レジスト16による所望の凹凸パターン12がガラス板10の表面に形成される〔図4(a)(b)〕。レーザー加工は、図3と同様に行なわれ、各レンズの曲率を個別に変えた所望の凹凸パ

ターン12a, 12b, …が形成される。この後の処理は、図2(c)以下と同様に行う[図4(c)～(e)]。

【0031】つぎに、上記スタンプ15を用いた、マイクロレンズアレイ基板1の製造方法を図5(a)～図6(f)により説明する。これは、紫外線照射により硬化する紫外線硬化型樹脂を用いた、いわゆる2P(Photo-Polymerization)法により、ベースガラス基板2とカバーガラス3の間にマイクロレンズアレイ4を成形する方法である。

【0032】まず、図5(a)に示すように、透明なベースガラス基板2の上に流動性のある透明な紫外線硬化型樹脂5を供給した後、紫外線硬化型樹脂5の上からベースガラス基板2へ向けてスタンプ15を降下させる。このスタンプ15の下面には、前記反転パターン17a, 17b, …が形成されている。このスタンプ15をベースガラス基板2に十分に押し付けてスタンプ15とベースガラス基板2の間に紫外線硬化型樹脂5を挟み込み、紫外線硬化型樹脂5をスタンプ15とベースガラス基板2の間に押し広げてスタンプ15の反転パターン17a, 17b, …で紫外線硬化型樹脂5を型押しした後、そのままの状態を保持し、ベースガラス基板2を通して紫外線硬化型樹脂5に紫外線ランプ等によって紫外線(UV光)を照射する[図5(b)]。

【0033】紫外線を照射された紫外線硬化型樹脂5は、紫外線を浴びると硬化反応を起こして硬化するので、紫外線硬化型樹脂5にスタンプ15の反転パターン17a, 17b, …が転写成形される。スタンプ15を上昇させて紫外線硬化型樹脂5から分離すると、硬化した紫外線硬化型樹脂5によってベースガラス基板2の上にレンズ樹脂層6が成形されると共に当該レンズ樹脂層6の表面にレンズパターン4a, 4b, …からなるマイクロレンズアレイ4のパターンが成形される[図5(c)]。尚、紫外線硬化型樹脂5はレンズ樹脂層6全域にわたって均一な屈折率を有している。

【0034】さらに、ベースガラス基板2の入光面に、反射防止膜をスパッタリングにて形成する(図示せず)。上記の反射防止膜によって、レンズに入射する光の反射を防止することができ、光の利用効率を向上させることができる。そして、硬化したレンズ樹脂層6の上に、レンズ樹脂層6とは屈折率が異なり流動性のある透明な紫外線硬化型樹脂7を供給した後、紫外線硬化型樹脂7の上からレンズ樹脂層6へ向けてカバーガラス基板3を真っ直ぐに降下させる[図6(d)]。このカバーガラス基板3をレンズ樹脂層6に十分に押し付けてカバーガラス基板3とレンズ樹脂層6の間に紫外線硬化型樹脂7を挟み込み、カバーガラス基板3で紫外線硬化型樹脂7の表面を平らにならして紫外線硬化型樹脂7をカバーガラス基板3とレンズ樹脂層6の間に押し広げた後、そのままの状態を保持し、ベースガラス基板2及びレン

ズ樹脂層6を通して紫外線硬化型樹脂7に紫外線ランプ等によって紫外線(UV光)を照射する[図6(e)]。

【0035】紫外線を照射された紫外線硬化型樹脂7は、紫外線を浴びると硬化反応を起こして硬化する。この結果、紫外線硬化型樹脂7によってレンズ樹脂層6とカバーガラス基板3の間にレンズ樹脂層8が成形されると共にレンズ樹脂層6とレンズ樹脂層8の界面にマイクロレンズアレイ4が成形される[図6(f)]。尚、紫外線硬化型樹脂7はレンズ樹脂層8全域にわたって均一な屈折率を有している。

【0036】このようにスタンプ15による2P法は、型となるスタンプ15さえ作製すればその後は、紫外線硬化型樹脂5及び7の滴下、押圧及び硬化を繰り返せば、マイクロレンズアレイ基板1を得ることができるため、少ない工数で容易にマイクロレンズアレイ基板1を製作することができる。

【0037】また、2P法によりマイクロレンズアレイ基板1を作製すれば、レンズ毎に焦点距離又は曲率が異なり、レンズ径が均一なマイクロレンズアレイ基板を容易に製造することができる。

【0038】ここでは、樹脂として紫外線硬化型樹脂5及び7を使用した。レンズを形成する機能上、屈折率が適性であれば特に制限はなく、未硬化状態から硬化し、透光性を有するエネルギー硬化型樹脂であればよい。このようなエネルギー硬化型樹脂の例としては、可視光線硬化型樹脂、赤外線硬化型樹脂、電子線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂、湿気硬化型樹脂等がある。

【0039】また、マイクロレンズアレイ4のレンズ配列はDMD26のマイクロミラーの配置に応じて、図7のように、正六角形のレンズを蜂の巣状に配置させたものであってもいいし、図8のように、長方形のレンズをストライプ状に配置させたシリンドリカルレンズアレイであってもよい。

【0040】(本発明の反射型画像表示装置)図9は本発明の一実施形態による反射型画像表示装置20の概略構成図である。白色光源21、球面鏡22及びコンデンサレンズ23からなる光源部と、ダイクロイックミラー24R、24G、24B及びマイクロレンズアレイ4からなる分光部と、DMD26、プロジェクションレンズ27及び光アブソーバ29からなる表示部で構成されている。ここで、上記マイクロレンズアレイ4はマイクロレンズアレイ基板1内に構成されたものであり、上記マイクロレンズアレイである。尚、図9において画像を左右対称に表示させるため、DMD26、プロジェクションレンズ27及びスクリーン28は互いに平行に配置されている。

【0041】次に図9の反射型画像表示装置20の各部の動作について順を追って説明する。まず、白色光源21より照射された白色光W、及び球面鏡22で反射され

た白色光Wはコンデンサレンズ23によって平行光に変換された後、ダイクロイックミラー24R、24G、24Bに入射する。

【0042】3枚のダイクロイックミラー24R、24G、24Bは、それぞれ赤、緑、青の波長域の光を反射させるものであって、図10に示すように、白色光源2に近い側から順にダイクロイックミラー24R、24G、24Bがそれぞれ角度 $\theta$ だけずらして扇型に配置されている。しかし、3枚のダイクロイックミラー24R、24G、24Bに入射した白色光Wは、①ダイクロイックミラー24Rで反射される赤の光線、②ダイクロイックミラー24Rを通過し、ダイクロイックミラー24Gで反射され、再度ダイクロイックミラー24Rを通過して得られる緑の光線、③ダイクロイックミラー24R、24Gを通過し、ダイクロイックミラー24Bで反射され、再度ダイクロイックミラー24G、24Rを通過して得られる青の光線の3光線に分けられる。このとき、緑の光線は赤の光線に対して進行方向が $2\theta$ の角度だけ傾いて出射し、青の光線は緑の光線に対して進行方向が $2\theta$ の角度だけ傾いて出射される(図10)。

【0043】ダイクロイックミラー24R、24G、24Bにより分割された赤、緑、青の各平行光は、本発明に係るマイクロレンズアレイ4にそれぞれ $2\theta$ ずつ傾いた角度で入射し、マイクロレンズアレイ4の各レンズごとに、それぞれ赤、緑、青の光束として集光され、それぞれの焦点で一度収束した後わずかに発散しながらDMD26のマイクロミラー面へ照射される(図12、図13参照)。

【0044】ここで、DMD26とは、マイクロマシニング技術を用いることにより、Si基板31上に多数の微細なマイクロミラー32を配列させた光学素子である。このDMDの1画素分の構造を図11に示す。Si基板31の上面には一対の支持部33が設けられており、Si基板31の表面においてトーションヒンジ34の両端が支持部33によって支持されている。トーションヒンジ34には、ヨーク35の中央部が取り付けられており、ヨーク35の中心に立てられた柱部36の上端にマイクロミラー32が形成されている。Si基板31の上面には、静電気等の電気磁気的な力によってヨーク35に駆動力を及ぼしてトーションヒンジ34を振らせながらヨーク35の傾きを調整することにより、マイクロミラー32の角度を制御するためのミラー駆動手段(図示せず)が設けられている。こうしてヨーク35を傾けることにより、マイクロミラー32の角度を2方向に変化させることができ、マイクロミラー32に光を照射していると、反射光の方向を自由に制御することができる。

【0045】前記の通り、DMD26は反射光の方向を自由に制御することができるから、マイクロレンズアレイ4から照射された赤、緑、青の各光束のうち画像表示

に必要な光束はプロジェクションレンズ27に向かって反射させ、画像表示に必要でない光束は光アブソーバ29に向かって反射させる。個々のマイクロミラー32で反射された画素毎の光線は、プロジェクションレンズ27によりスクリーン28上に結像される。また、DMD26の全体でスクリーン上に形成される画像は、図9に示すようにプロジェクションレンズ27によってスクリーン28上に拡大投影される。一方、光アブソーバ29に向かって反射させた光束は、光アブソーバ29によって散乱することなく吸収される。

【0046】本実施形態の反射型画像表示装置では、ダイクロイックミラー24R、24G、24Bによって反射された赤、緑、青の各平行光はマイクロレンズアレイ4によって集光され、全てDMD26のマイクロミラー32に向かって照射させている。本実施形態ではマイクロレンズアレイ4にて集光した全光束をマイクロミラー32の隙間に進入させることなく、マイクロミラー32に100%入射させることで、光の利用効率を向上させている。また、前記マイクロミラー32の隙間に進入した光が前記隙間内で乱反射した後、プロジェクションレンズ27の方向に迷光することでスクリーン28上の投影画像を汚す問題も発生しないため美しい表示画像が得られる。

【0047】しかしながら、このような反射型画像表示装置において、図16に示した構造の従来のマイクロレンズアレイ基板40を使用した場合、以下の問題がある。すなわち、マイクロレンズアレイ42の各レンズの焦点距離は等しいために、図21において、各レンズを透過した光束は、マイクロレンズアレイ基板40に平行な面でそれぞれ収束する(K1、K2及びK3)。このような場合、各焦点K1、K2、K3と対応する各DMD26との距離Q1、Q2、Q3はそれぞれ異なるため、焦点K1、K2及びK3からスクリーン28までの光学的距離も一致なくなり、DMD26にて反射させた後プロジェクションレンズ27を透過させる全ての光束をスクリーン28上で収束させることはできない。その結果、スクリーン28に投影された像にぼやけが発生して鮮明な画像を得ることができなかった。尚、図21では緑の光束のみを図示しているが、赤の光束及び青の光束についても同様である。

【0048】本発明のマイクロレンズアレイ基板1を使用すれば、各レンズを異なる任意の曲率で形成することができるため、DMD26に平行な面37上に各レンズの焦点を揃えることができる(図12)。こうしてDMD26に平行な面37上にマイクロレンズアレイ基板1の各レンズの焦点S1、S2及びS3等を合致させれば、各焦点からスクリーンまでの光学的距離は等しくなり、DMD26にて反射させた後プロジェクションレンズ27を透過させる全ての光束をスクリーン28上で収束させることで鮮明な画像を得ることができる。本発明

のマイクロレンズアレイ基板1の各レンズによって集光された各光束が、それぞれのレンズの焦点で一度収束した後、発散しながらDMD26のマイクロミラー32によってプロジェクションレンズ27に向かって反射される様子を図12に示す。その後、上記のように、プロジェクションレンズ27によって、再び集光しスクリーン28上に収束させる(図示せず)ことで明るく鮮明な表示画像を得ることができる。

【0049】尚、図12においては、図10のダイクロイックミラー24Gから反射した緑の平行光のみ図示したが、赤の平行光R、青の平行光Bについても以下、図13に示すように同様である。図13は、緑の平行光Gの進行方向に対して角度が $2\theta$ 及び $-2\theta$ だけ傾いた方向に赤の平行光R及び青の平行光B(図10参照)がマイクロレンズアレイ4の各レンズに入射して収束させられる。この色の異なる光束R、G、B毎の焦点位置も各色の光束の波長の違いによる焦点距離の違い(色収差)を利用すれば、DMD26と平行となるようにすることができる。

【0050】(第2の実施形態)図14は本発明の別な実施形態による反射型画像表示装置28の構成を示す概略図である。この実施形態において用いられているDMD26にあつては、凹曲面上に多数のマイクロミラー32を配置してあり、各マイクロミラー32も凹面鏡又は凸面鏡によって構成されている。しかして、DMD26全体(マイクロミラー32の集合)によって形成される凹面鏡によってDMD26の画像をスクリーン上に拡大投影するようになっている。

【0051】また、各マイクロミラー32は、マイクロミラー32に入射した各色の光束をスクリーン上に結像させるように焦点距離を設計されている。すなわち、マイクロレンズアレイ4の各レンズによって集光され、一度収束した光束はわずかに発散しながらマイクロミラー32に入射し、マイクロミラー32によって反射する際、マイクロミラー32によって収束され、スクリーン上に結像される。

【0052】よって、この実施形態では、プロジェクションレンズを用いることなく鮮明な画像を得ることができる。このときマイクロレンズアレイ4の各レンズとDMD26のそれぞれのレンズに対応する各マイクロミラー32との中点に各レンズの焦点を設定すればよい。その理由は、DMD26の各マイクロミラー32に照射される各光束のスポット径を揃えることができるからである。尚、各マイクロミラー32の曲率は、スクリーン28に照射する各光束のスポット径に合わせて設定すればいい。

【0053】また、ここで用いるDMD26は、図15(a)に示すような凸曲面上に多数のマイクロミラー26を配置したものでもよい。さらには、図15(b)に示すように、3次元曲面上に多数のマイクロミラー26

を配列したDMD26を用いてもよい。

【0054】このように、本発明によれば、マイクロレンズアレイ4をDMD26と組み合わせて反射型画像表示装置を製作するとき、マイクロレンズアレイ4の各レンズの曲率を任意に変えることで、任意に配置されたDMD26のマイクロミラー32面に焦点位置を合せることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマイクロレンズアレイの構造を示す断面図である。

【図2】(a)～(e)はマイクロレンズアレイのパターンを成形するためのスタンプの製造方法を説明する図である。

【図3】ガラス板をレーザー加工する様子を示す図である。

【図4】(a)～(e)はマイクロレンズアレイのパターンを成形するためのスタンプの別な製造方法を説明する図である。

【図5】(a)(b)(c)は本発明のマイクロレンズアレイを製造方法を説明する図である。

【図6】(d)(e)(f)は図5の続図である。

【図7】本発明の一実施形態によるマイクロレンズアレイの一実施例のレンズ形状とその配置を示した上面図と縦断面図である。

【図8】本発明の一実施形態によるマイクロレンズアレイの別な実施例のレンズ形状とその配置を示した上面図と縦断面図である。

【図9】本発明の一実施形態による反射型画像表示装置の概略構成図である。

【図10】同上の装置に用いられているダイクロイックミラーの構成と作用を示す図である。

【図11】同上の装置に用いられているDMDの構成を示す概略図である。

【図12】本発明のマイクロレンズアレイの作用を説明する図である。

【図13】本発明のマイクロレンズアレイの作用を説明する別な図である。

【図14】本発明のさらに別な実施形態による反射型画像表示装置の構成を示す断面図である。

【図15】(a)(b)はそれぞれ本発明のさらに別な実施形態による反射型画像表示装置に使用するDMDの配置形状を示す図である。

【図16】従来のマイクロレンズアレイの構造を示す断面図である。

【図17】(a)～(d)は従来のマイクロレンズアレイの製造方法を説明する図である。

【図18】(a)(b)(c)はレンズ曲率の異なるマイクロレンズアレイ基板を製造する方法を説明する図である。

【図19】(d)(e)(f)は図18の続図である。

【図20】従来の反射型画像表示装置の概略構成図である。

【図21】本発明の効果を説明するための比較例である。

【符号の説明】

- 1 マイクロレンズアレイ基板  
2 ベースガラス基板

3 カバーガラス基板

4 マイクロレンズアレイ

4a, 4b, ... レンズパターン

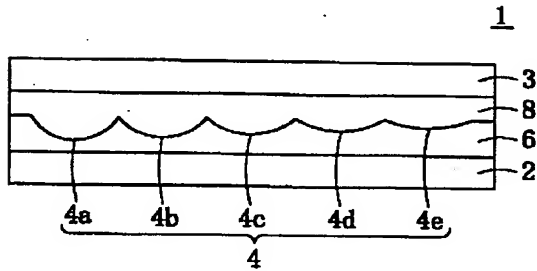
6 レンズ樹脂層

8 レンズ樹脂層

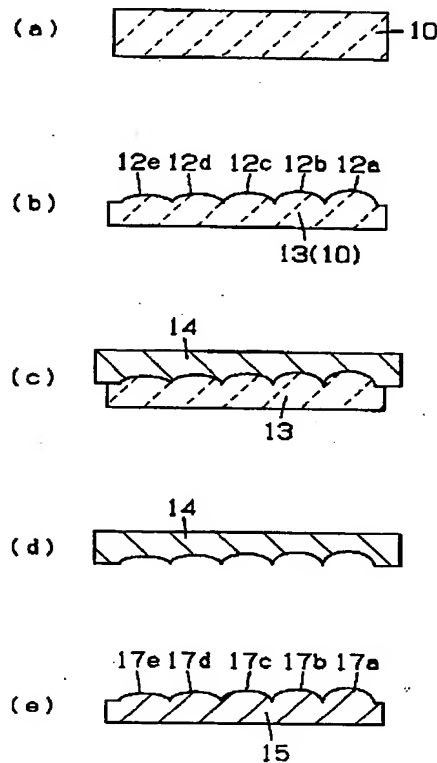
24R、24G、24B ダイクロイックミラー

26 デジタルミラーデバイス (DMD)

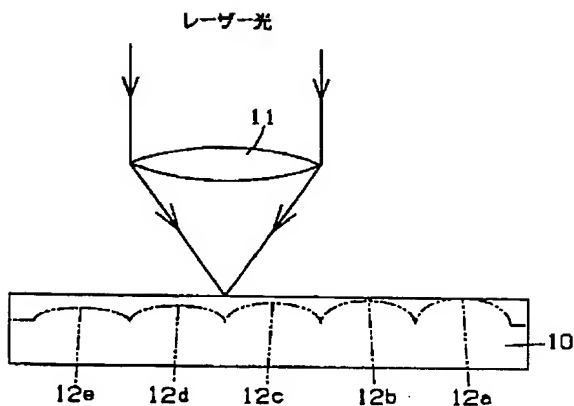
【図1】



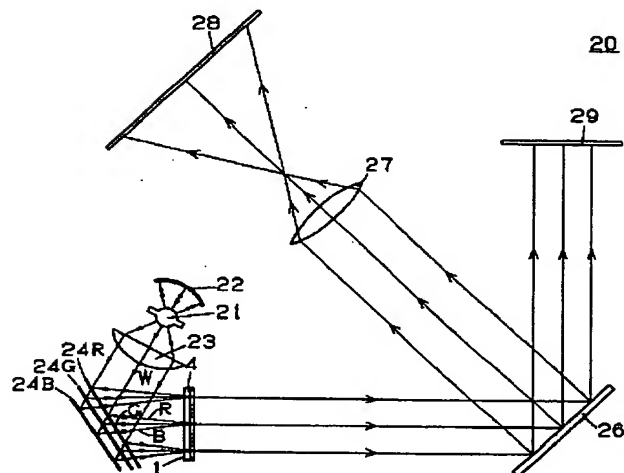
【図2】



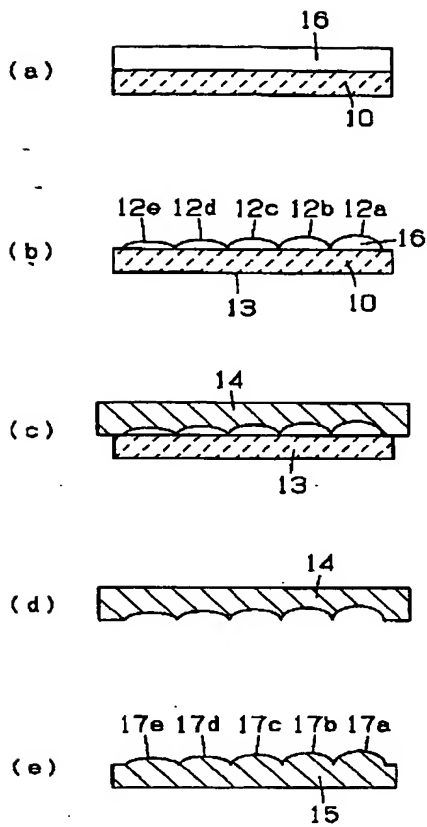
【図3】



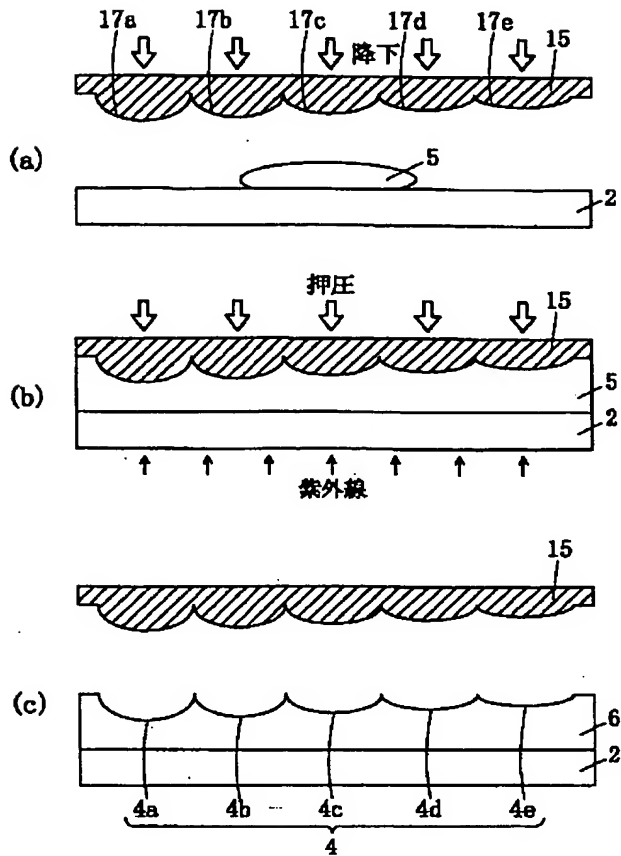
【図9】



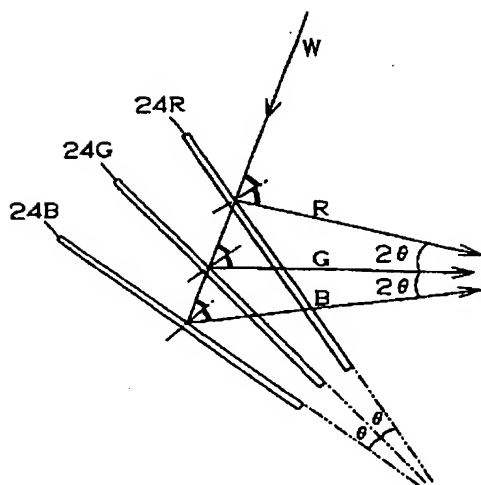
【図4】



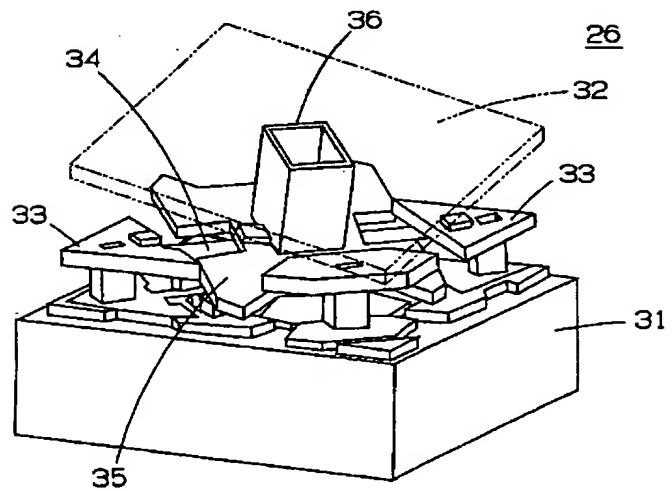
【図5】



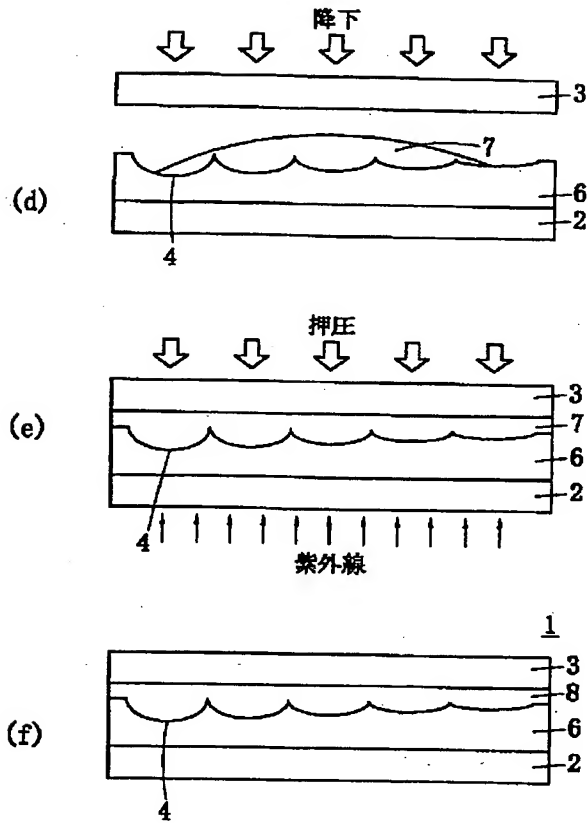
【図10】



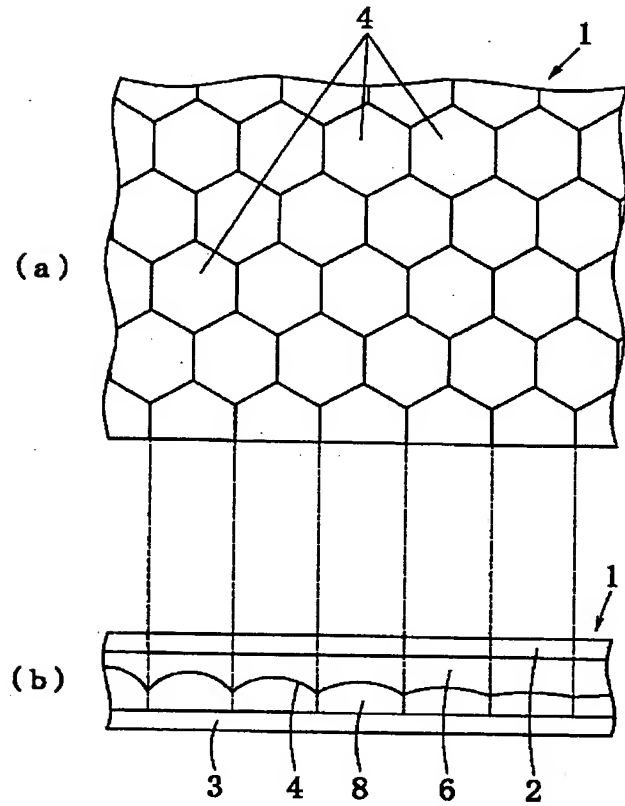
【図11】



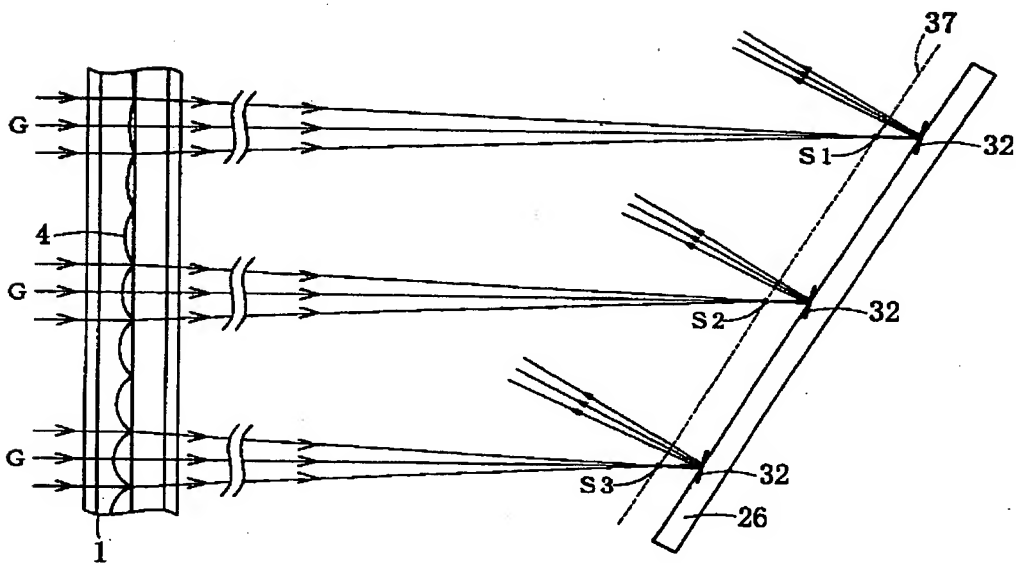
【図6】



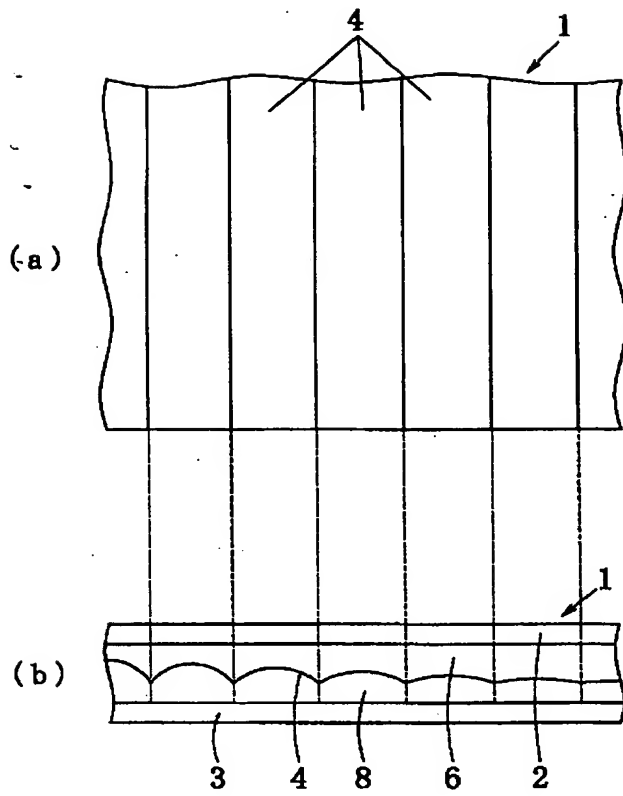
【図7】



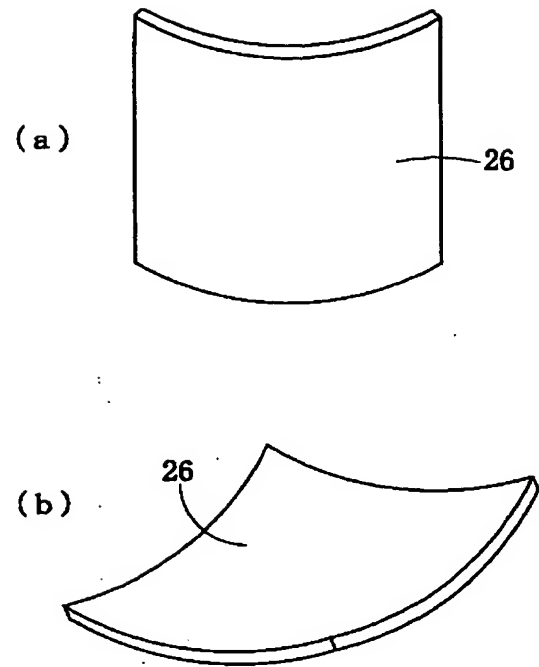
【図12】



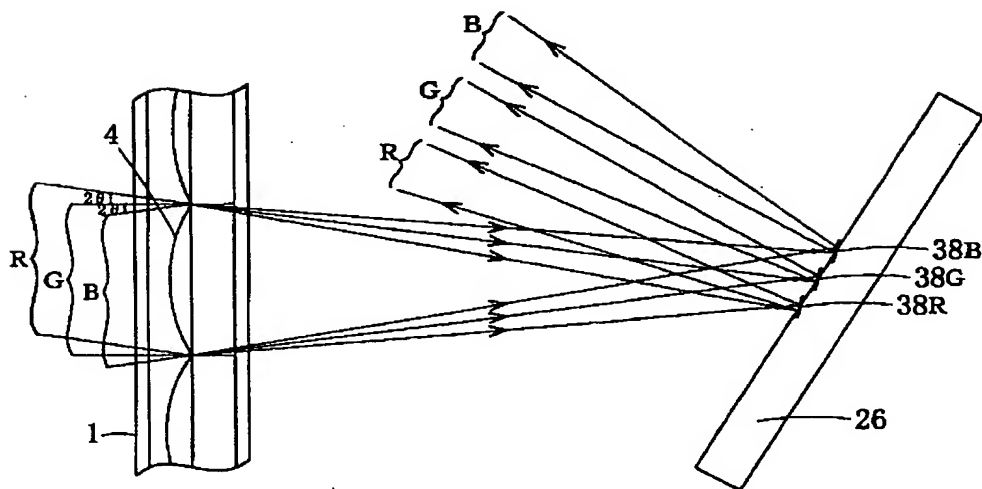
【図8】



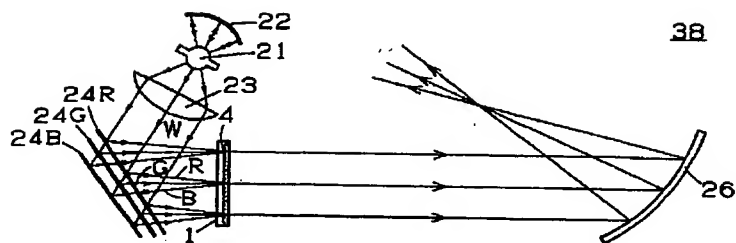
【図15】



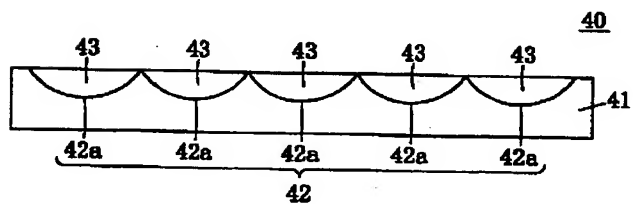
【図13】



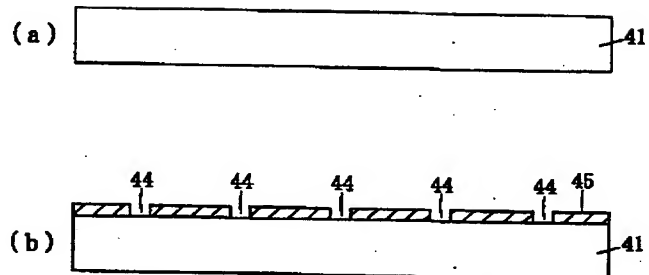
【図14】



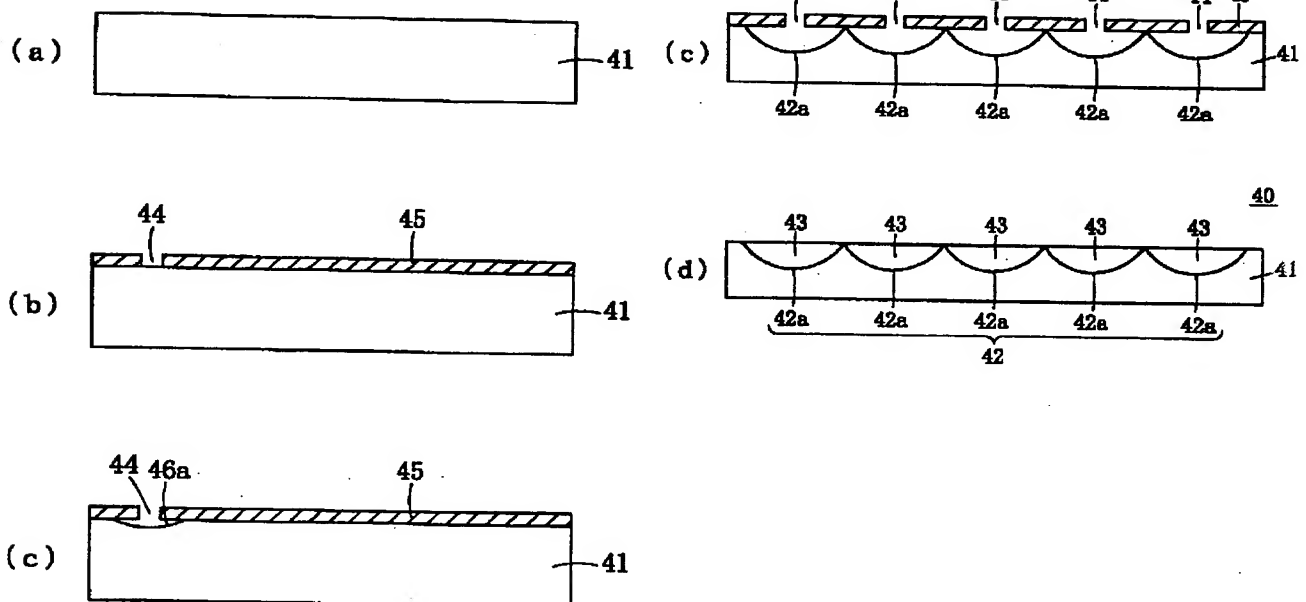
【図16】



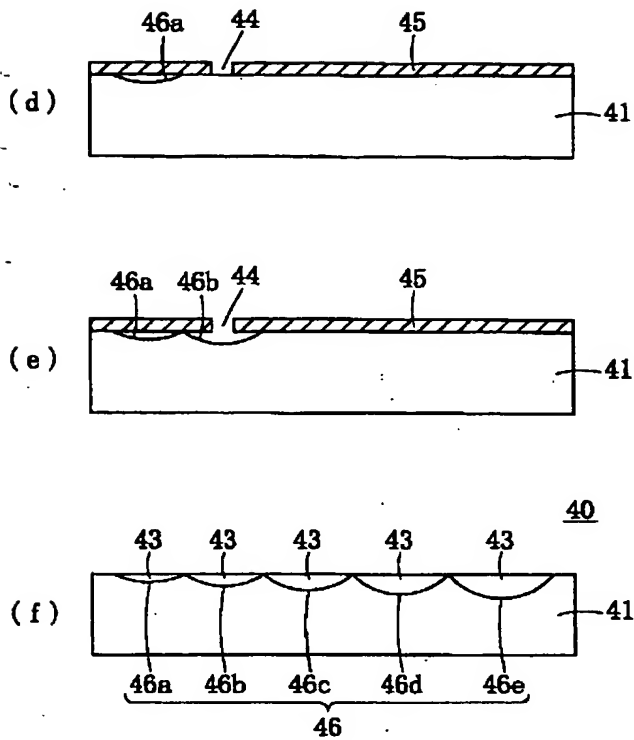
【図17】



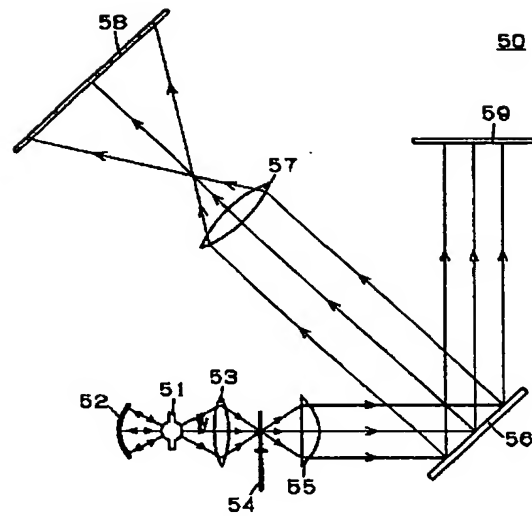
【図18】



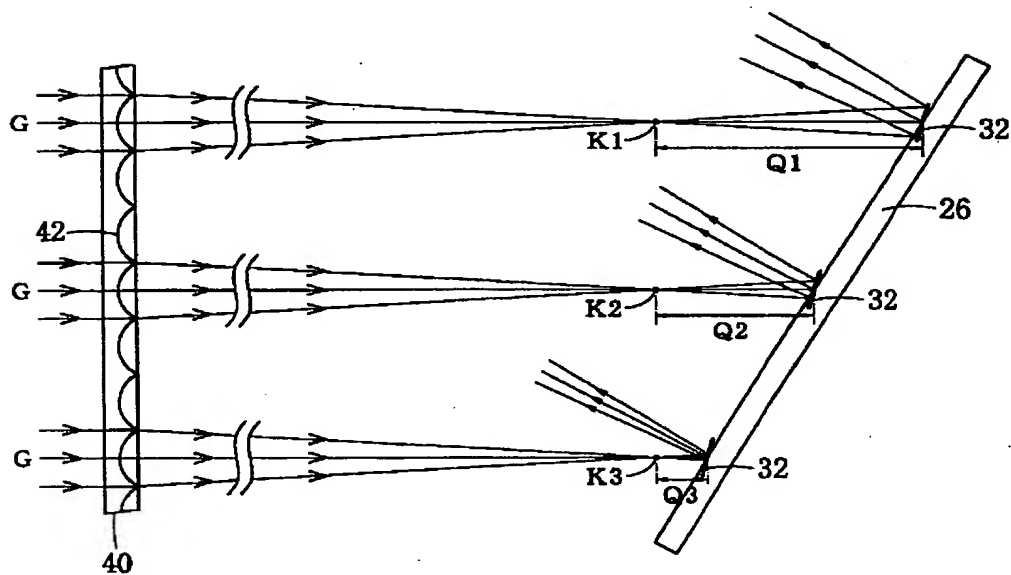
【図19】



【図20】



【図2.1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマート (参考)

B 2 9 L 11:00

F ターム(参考) 2K009 AA02 DD04

4F204 AA44 AD04 AG03 AH74 EA03

EB01 EB12 EB22 EK17 EK18

EK24